

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 30 397.5

Anmeldetag: 05. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Sick AG, Waldkirch/DE

Bezeichnung: Laserabtastvorrichtung

IPC: G 01 S, B 60 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'W. Wehner'.

W. Wehner

**Laserabtastvorrichtung**

5

Die Erfindung betrifft eine Laserabtastvorrichtung, insbesondere zur Abstandsermittlung, mit einer Sendeeinheit, die einen Impulslaser zum Aussenden eines Lichtstrahls in einen zu überwachenden Bereich aufweist, mit einer Lichtablenkeinheit, um den von dem Impulslaser ausgesandten Lichtstrahl in den zu überwachenden Bereich zu lenken, mit einer Empfangseinheit zum Empfangen von Lichtimpulsen, die von einem im zu überwachenden Bereich befindlichen Gegenstand reflektiert werden, und mit einer für den Lichtstrahl durchlässigen Frontscheibe, welche die Sende-, Empfangs- und Lichtablenkeinheit von der Umgebung der Laserabtastvorrichtung trennt.

15

Grundsätzlich sind derartige Laserabtastvorrichtungen bekannt. Sie werden beispielsweise zur Abstandsermittlung in Kraftfahrzeugen eingesetzt. Dabei wird die Zeit zwischen dem Aussenden eines Lichtimpulses und dem Empfangen des entsprechend reflektierten Lichtimpulses gemessen, und aus der Lichtgeschwindigkeit und Laufzeit des empfangenen Lichtimpulses der Abstand zwischen der Laserabtastvorrichtung, d.h. dem Kraftfahrzeug, und dem Gegenstand ermittelt, an dem der Lichtimpuls reflektiert wurde. Zusätzlich können derartige Laserabtastvorrichtungen mit einer, bspw. rotierenden, Lichtumlenkanordnung versehen sein, um die Richtung, in der die Lichtimpulse abgestrahlt werden, innerhalb vorgegebener Winkelbereiche zu verändern. Auf diese Weise lässt sich die Umgebung der Laserabtastvorrichtung innerhalb der vorgegebenen Berei-

20

25

che entsprechend abtasten. Aus der Richtung, in die der Lichtimpuls ausgestrahlt wurde, und dem Abstand lässt sich folglich die Relativposition des Gegenstandes zur Laserabtastvorrichtung ermitteln.

- 5 Um ein zuverlässiges Arbeiten der Laserabtastvorrichtung zu gewährleisten, wird die Lichtdurchlässigkeit und somit der Verschmutzungsgrad der Frontscheibe überwacht, um eine gleich bleibende Transmission und somit eine korrekte Reichweite sicherzustellen. Hierfür sind üblicherweise mehrere Lichtquellen, typischerweise Leuchtdioden, und entsprechende
- 10 Lichtdetektoren derart angeordnet, dass das von den Lichtquellen ausgesandte Licht auf dem Weg zu dem jeweiligen Lichtdetektor wenigstens einmal die Frontscheibe durchquert. Anhand der Intensität des von dem Lichtdetektor detektierten Lichts lassen sich Ablagerungen auf der Frontscheibe feststellen, welche die Transmission der Frontscheibe verschlech-
- 15 tern bzw. verändern.

- Außerdem wird in regelmäßigen zeitlichen Abständen die Funktion der Sende- und Empfangseinheit überprüft. In Laserabtastvorrichtungen, die einen Winkelbereich von weniger als  $360^\circ$  überwachen, wird der von der
- 20 Sendeeinheit ausgesandte Lichtstrahl zu diesem Zweck auf ein Referenzziel gelenkt, das auf einer von der Frontscheibe abgewandten Seite der Ablenkeinrichtung, d.h. in einem toten Winkelbereich, gelegen ist und den Lichtstrahl auf die Empfangseinheit zurück reflektiert.
- 
- 25 Bei einer Verschmutzung der Frontscheibe bzw. einer Störung der Sende- und/oder Empfangseinheit kann ein Warnsignal ausgelöst werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Laserabtastvorrichtung, insbesondere für einen zu überwachenden Winkelbereich von  $360^\circ$ , mit erhöhter Zuverlässigkeit und Sicherheit bei vereinfachter Bauweise zu schaffen.

5

Zur Lösung der Aufgabe ist eine Laserabtastvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen.

Die erfindungsgemäße Laserabtastvorrichtung umfasst eine Sendeeinheit, die einen Impulslaser zum Aussenden eines Lichtstrahls in einen zu überwachenden Bereich aufweist, eine Lichttablenkeinheit, um den von dem Impulslaser ausgesandten Lichtstrahl in den zu überwachenden Bereich zu lenken, eine Empfangseinheit zum Empfangen von Lichtimpulsen, die von einem im zu überwachenden Bereich befindlichen Gegenstand reflektiert werden, und eine für den Lichtstrahl durchlässige Frontscheibe, welche die Sende-, Empfangs- und Lichttablenkeinheit von der Umgebung der Laserabtastvorrichtung trennt. Dabei ist erfindungsgemäß zumindest ein einen Teilstrahl von dem ausgesandten Lichtstrahl abzweigendes und den Lichtstrahl für eine Messung der Transmission der Frontscheibe zu einem Photodetektor lenkendes optisches Element vorgesehen.

Indem erfindungsgemäß ein Teilstrahl aus dem ausgesandten Lichtstrahl abgezweigt und durch die Frontscheibe gelenkt wird, wird ein und dieselbe Lichtquelle, nämlich der Impulslaser der Sendeeinheit, gleichzeitig zur Abstandsmessung und zur Messung der Transmission der Frontscheibe verwendet. Der Impulslaser der Sendeeinheit erfüllt also gleichzeitig zwei Funktionen. Auf die für eine flächendeckende Überwachung der Frontscheibentransmission erforderliche große Anzahl von zusätzlichen Licht-

quellen und die damit verbundene elektrische Anbindung der Lichtquellen kann erfindungsgemäß also verzichtet werden, so dass eine vereinfachte Bauweise der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung erreicht wird.

- 5 Zusätzlich oder alternativ kann der abgezweigte Teilstrahl auch für eine Referenzzielmessung, d.h. zur Überprüfung der Funktion von Sende- und Empfangseinheit genutzt werden. Mit der zusätzlichen Referenzzielmessung erfüllt der Impulslaser neben der Abstandsmessung und der Messung der Frontscheibentransmission insgesamt drei Funktionen, wodurch  
15 die Bauweise der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung noch weiter vereinfacht wird.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

15

- So kann das optische Element gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung mit der Frontscheibe gekoppelt sein. Dadurch wird der abgezweigte Teilstrahl besonders effektiv in die Frontscheibe eingekoppelt, so dass eine unerwünschte Reflexion des  
20 Teilstrahls an der Frontscheibe weitgehend ausgeschlossen werden kann.

- Das optische Element kann ein separates, an der Frontscheibe, insbesondere an deren Innenseite, befestigbares Bauteil sein. In diesem Fall lässt es sich auch nach bereits erfolgter Montage der Frontscheibe noch an  
25 dieser anbringen. Wenn das optische Bauelement an der Innenseite der Frontscheibe angebracht ist, ist es außerdem vor äußeren Einflüssen und insbesondere vor Verschmutzung geschützt.

Vorzugsweise ist das optische Element in die Frontscheibe integriert. Das optische Element kann somit gleichzeitig zusammen mit der Frontscheibe ausgebildet werden, wodurch sich die Herstellung der Laserabtastvorrichtung vereinfacht.

5

Vorteilhafterweise ist zumindest ein Photodetektor zur Messung der Intensität des empfangenen Teilstrahls auf der von der Sende-, Empfangs- und Lichttablenkeinheit entgegengesetzten Seite der Frontscheibe gelegen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Teilstrahl wenigstens einmal die Frontscheibe durchläuft, was eine Bestimmung der Frontscheibentransmission ermöglicht.

10

Der zumindest eine Photodetektor zur Messung der Intensität des empfangenen Teilstrahls und die Lichttablenkeinheit können auch auf der gleichen Seite der Frontscheibe gelegen sein, wobei die Frontscheibe derart ausgebildet ist, dass der Teilstrahl die Frontscheibe wenigstens zweimal durchquert. In diesem Fall ist auch der Photodetektor durch die Frontscheibe vor äußeren Einflüssen und insbesondere vor Verschmutzung geschützt.

15  
20

Vorzugsweise ist der Photodetektor oberhalb oder unterhalb der Frontscheibe gelegen. Dies verhindert eine Beeinträchtigung der Ausbreitung des ausgesandten Lichtstrahls und somit der Abstandsermittlung.

25

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung ist zumindest ein Reflektorelement auf der von der Sende-, Empfangs- und Lichttablenkeinheit entgegengesetzten Seite der Frontscheibe gelegen, durch das zumindest ein Teil des Teil-

strahls über das optische Element und die Lichtblendenkeineinheit in die Empfangseinheit reflektierbar ist. Das Reflektorelement ermöglicht einerseits die Überprüfung der Funktion von Sendeeinheit bzw. Empfangseinheit (Referenzzielmessung) und andererseits die Ermittlung der Frontscheibentransmission, indem es den abgezweigten Teilstrahl durch die Frontscheibe hindurch zurück auf die Empfangseinheit reflektiert. In der Empfangseinheit bzw. einer entsprechenden Auswerteeinheit lässt sich dann zum einen feststellen, ob überhaupt ein Lichtstrahl ausgesandt bzw. ein Teilstrahl abgezweigt wurde und/oder von der Empfangseinheit empfangen wurde. Zum anderen lässt sich gleichzeitig die Intensität des von dem Reflektorelement reflektierten Teilstrahls bestimmen, wobei der Teilstrahl die Frontscheibe wenigstens zweimal durchlaufen hat und seine Intensität bei einer entsprechenden Verschmutzung der Frontscheibe doppelt geschwächt ist, so dass sich auch leichte Veränderungen in der Transmission der Frontscheibe zuverlässig detektieren lassen.

In diesem Fall erfüllt der Impulslaser der Sendeeinheit also gleich drei Funktionen: Erstens sendet er einen Lichtstrahl zur Abstandsmessung aus, zweitens wird ein Teilstrahl abgezweigt und zur Überprüfung der Funktion der Sende- und Empfangseinheit auf ein Reflektorelement gelenkt, und drittens wird der abgezweigte Teilstrahl zur Bestimmung der Frontscheibentransmission verwendet.

Bei der Nutzung des am Reflektorelement reflektierten Teilstrahls zur Bestimmung der Frontscheibentransmission und der Detektion bzw. Auswertung des reflektierten Teilstrahls in der Empfangseinheit kann auf zusätzliche separate Lichtdetektoren verzichtet werden, die in vergleichsweise großer Zahl entlang der Frontscheibe vorgesehen werden müssten,

um deren Transmission flächendeckend überwachen zu können. Auf eine zusätzliche Anordnung zur Referenzzielmessung und zusätzliche Lichtquellen kann folglich verzichtet werden. Die Bauweise der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung wird dadurch weiter vereinfacht.

5

Das Reflektorelement und die Lichttablenkeinheit können auch auf der gleichen Seite der Frontscheibe gelegen sein, wobei die Frontscheibe derart ausgebildet ist, dass der Teilstrahl die Frontscheibe wenigstens zweimal durchquert. In diesem Fall ist auch das Reflektorelement durch die Frontscheibe vor äußeren Einflüssen und insbesondere vor Verschmutzung geschützt.

10

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Reflektorelement oberhalb oder unterhalb der Frontscheibe gelegen ist. Auf diese Weise wird eine Beeinträchtigung der Ausbreitung des zur Abstandsermittlung ausgesandten Lichtstrahls verhindert.

15

Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist die Lichttablenkeinheit derart ausgebildet, dass ein Referenzstrahl von dem ausgesandten Lichtstrahl abzweigbar und in Richtung eines Referenzziels lenkbar ist. Insbesondere wenn durch die Laserabtastvorrichtung eine 360°-Überwachung vorgesehen ist, lässt sich das Referenzziel geeignet, beispielsweise unterhalb der Lichttablenkeinheit, positionieren, um die Ausbreitung des zur Abstandsmessung ausgesandten Lichtstrahls nicht zu beeinträchtigen. Indem der Referenzstrahl durch die Lichttablenkeinheit in Richtung des Referenzziels lenkbar ist, wird die Flexibilität bei der Anordnung des Referenzziels erhöht.

20

25



Vorzugsweise ist das Referenzziel derart reflektierend und die Lichttablenkeinheit derart lichtdurchlässig ausgebildet, dass der Referenzstrahl nach Reflexion an einem Referenzziel über die Lichttablenkeinheit in die Empfangseinheit einkoppelbar ist. Dadurch wird die Flexibilität bei der Anordnung des Referenzziels relativ zur Empfangseinheit weiter erhöht.

Vorteilhafterweise ist der Referenzstrahl durch eine Freischaltanordnung derart steuerbar, dass er nur in vorbestimmten Winkelpositionen der Lichttablenkeinheit auf das Referenzziel trifft. Dadurch können die bei der Referenzzielmessung auftretenden Datenmengen reduziert werden.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung ist die Lichttablenkeinheit um eine, insbesondere vertikale, Achse rotierbar, um mit dem ausgesandten Lichtstrahl, insbesondere in einer horizontalen Ebene, einen Winkelbereich von  $360^\circ$  zu überwachen. Die Rotation der Lichttablenkeinheit um die vertikale Achse stellt eine baulich besonders einfach zu realisierende Möglichkeit dar, eine  $360^\circ$ -Überwachung zu erreichen. Die Sende- und Empfangseinheit brauchen dabei nicht beweglich ausgebildet zu werden, so dass die Anzahl der beweglichen Bauteile reduziert ist.

Der Referenzstrahl kann durch eine Freischaltanordnung derart steuerbar sein, dass er nur in vorbestimmten Winkelpositionen der Lichttablenkeinheit auf das Referenzziel trifft. Auf diese Weise kann die Anzahl der Messpunkte zur Überprüfung der Funktion von Sende- bzw. Empfangseinheit, d.h. die anfallende Datenmenge, reduziert werden.

Weiterer Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zum Überwachen einer Frontscheibe einer Laserabtastvorrichtung, insbesondere nach einer der voranstehend genannten Arten, bei dem durch ein, insbesondere mit einer Frontscheibe gekoppeltes optisches Element ein

5 Teilstrahl von einem durch eine insbesondere einen Impulslaser aufweisende, Sendeeinheit ausgesandten Lichtstrahl abgezweigt und zur Bestimmung der Frontscheibetransmission durch die Frontscheibe gelenkt wird. Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich die voranstehend genannten Vorteile der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung

10 besonders gut umsetzen.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen.

15

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Laserabtastvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform, bei der ein optisches Element auf einer Frontscheibe angebracht ist;

20

Fig. 2 ein optisches Element, das in die Frontscheibe integriert ist;

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Laserabtastvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform, bei der unterhalb einer Lichtablenkeinheit ein Referenzziel vorgesehen ist; und

25

Fig. 4 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung, bei der ein an einem Reflektorelement reflektierter Teilstrahl sowohl zur Bestimmung der Front-

scheibentransmission als auch für eine Referenzzielmessung verwendet wird.

In Fig. 1 ist schematisch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastrvorrichtung dargestellt. Die Laserabtastrvorrichtung weist eine kombinierte Sende-/Empfangseinheit 10 auf, die einen Impuls-  
5 laser zum Abstrahlen eines gepulsten Laserlichtstrahls, beispielsweise im Infrarot-Wellenlängenbereich, und einen entsprechend an das Laserlicht angepassten Photodetektor zum Empfangen eines ggf. an einem im zu  
10 überwachenden Bereich befindlichen Gegenstand reflektierten Laserlichtimpulses umfasst. Obwohl der Impuslaser und der Photodetektor bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel in einer Einheit 10 zusammengefasst sind, ist es grundsätzlich auch möglich, diese in voneinander getrennten Sende- bzw. Empfangseinheiten vorzusehen.

15

Das Prinzip der Abstandsmessung funktioniert folgendermaßen: Der Impuslaser sendet einen gepulsten Lichtstrahl bzw. einen Lichtimpuls 12 aus, der die Laserabtastrvorrichtung auf einem Weg verlässt, der weiter  
20 unten beschrieben wird. Trifft der Lichtstrahl 12 auf einen im zu überwachenden Raum befindlichen Gegenstand, so wird er an diesem reflektiert und von dem Photodetektor der Sendeempfangseinheit 10 detektiert. In einer Auswerteeinheit 14 wird unter Berücksichtigung der Lichtgeschwindigkeit aus der Laufzeit des empfangenen Lichtimpulses die Entfernung des Gegenstandes ermittelt, an dem der Lichtpuls reflektiert wurde.

25

Die Auswerteeinheit 14 ist in Fig. 1 als eine von der Sende-/Empfangseinheit 10 getrennte Einheit dargestellt. Es ist aber ebenso gut möglich, die Auswerteeinheit 14 mit in die Sende-/Empfangseinheit 10 zu integrieren.

ren (gleiches gilt auch für die in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellten Ausführungsformen).

Der Lichtstrahl 12 wird in im Wesentlichen vertikaler Richtung von dem  
 5 Impulslaser der Sende-/Empfangseinheit ausgestrahlt und trifft auf eine  
 Lichttablenkeinheit 16, durch die der Lichtstrahl 12 ungefähr rechtwinke-  
 lig in eine im Wesentlichen horizontale Richtung umgelenkt wird. Bei der  
 in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist die Ablenkeinheit 16 durch  
 einen für das Laserlicht nicht-durchlässigen Planspiegel gebildet. Die  
 10 Lichttablenkeinheit 16 ist um eine vertikale Achse 18 drehbar gelagert und  
 wird mit Hilfe eines nicht gezeigten Antriebsmotors rotiert, wobei die  
 Umdrehungszahlen im Bereich von einigen bis mehreren Tausend Umdre-  
 hungen pro Minute liegen kann. Durch die Rotation der Ablenkeinheit 16  
 wird erreicht, dass der von dem Impulslaser ausgesandte Lichtstrahl 12  
 15 einen Winkelbereich von  $360^\circ$  in einer zur Rotationsachse 18 senkrechten  
 Ebene, d.h. in einer im Wesentlichen horizontalen Ebene, überstreicht.

Es ist auch möglich, dass der Lichtstrahl 12 von der Lichttablenkeinheit 16  
 in einem anderen als einem rechten Winkel abgelenkt wird, so dass der  
 20 Lichtstrahl 12 bei einer Rotation um die Achse 18 eine Kegelmantelfläche  
 beschreibt, oder dass die Rotationsachse 18 nicht vertikal orientiert,  
 sondern relativ zu der vertikalen Orientierung verkippt ist.

Zum Schutz der Sende-/Empfangseinheit 10, der Auswerteeinheit 14, der  
 25 Ablenkeinheit 16 und anderer, nicht gezeigter Bauteile der Laserabstast-  
 vorrichtung vor äußeren Einflüssen sind diese in einem nicht gezeigten  
 Gehäuse untergebracht. Damit der von dem Impulslaser ausgesandte  
 Lichtstrahl 12 aus der Laserabstastvorrichtung austreten kann, weist das

Gehäuse eine Frontscheibe 20 auf, die aus einem für das Laserlicht durchlässigen Material, beispielsweise Glas, gebildet ist. Um eine 360°-Überwachung zu ermöglichen, ist die Frontscheibe 20 ringförmig ausgebildet, d.h. sie umgibt die Lichttablenkeinheit 16 zumindest in dem Bereich der Ebene, in welcher der durch die Ablenkeinheit 16 umgelenkte Lichtstrahl 12 rotiert. Damit der Lichtstrahl 12 in jeder Winkelposition durch die Frontscheibe 20 hindurchtreten kann, schneidet die durch den rotierenden Lichtstrahl 12 gebildete Ebene die Frontscheibe 12 ungefähr in einem mittleren Bereich.

10

In dem Bereich der Frontscheibe 20, in dem der Lichtstrahl 12 durch die Frontscheibe 20 hindurchtritt, ist ein optisches Element 22 vorgesehen, um einen Teilstrahl 24, d.h. einen geringen Intensitäts- und/oder Querschnittsanteil von dem aus der Laserabtastvorrichtung austretenden Lichtstrahl 12 abzuzweigen. Wie in Fig. 1 dargestellt ist, ist das optische Element 22 auf einer Innenseite 26 der Frontscheibe 20, d.h. auf der zur Ablenkeinheit 16 weisenden Seite der Frontscheibe 20, angeordnet. Das optische Element 22 wirkt vorzugsweise diffraktiv und ist vorzugsweise als optisches Gitter ausgebildet. Es kann beispielsweise aus einer geeignet strukturierten Folie gebildet sein, die auf die Innenseite 26 der Frontscheibe 20 aufgeklebt ist.

20

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, kann das optische Element 22 auch direkt in die Frontscheibe 20 integriert sein. Beispielsweise kann eine geeignete Gitterstruktur bereits bei der Herstellung der Frontscheibe 20 in diese eingebracht werden, z.B. durch Prägen, Lasern, Sägen oder Ätzen.

25

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, durchläuft der Teilstrahl 24 die Frontscheibe 20 und trifft bei bestimmten Rotationswinkelpositionen der Lichtablenteinrichtung 16 auf einen Photodetektor 28. Mit Hilfe des Photodetektors 28 ist die Intensität des abgezwigten Teilstrahls 24 messbar. Die Intensität des auf den Photodetektor 28 auftreffenden Teilstrahls 24 ist von der Transmission der Frontscheibe 20 abhängig, d.h. bei einer reduzierten Transmission der Frontscheibe 20 misst der Photodetektor 28 eine reduzierte Intensität des Teilstrahls 24. Da die Transmission der Frontscheibe 20 durch eine Verschmutzung der Frontscheibe 20 beeinträchtigt wird, lässt sich bei einer reduzierten Intensität des Teilstrahls 24 auf einen erhöhten Verschmutzungsgrad der Frontscheibe 20 zurückschließen.

Um eine möglichst hohe Ortsauflösung bei der Messung der Transmission der Frontscheibe 20 zu erreichen, d.h. um die Frontscheibentransmission möglichst flächendeckend zu überwachen, sind mehrere Photodetektoren 28 entlang des Umfangs der Frontscheibe 20 angeordnet. Dabei gilt, dass die Ortsauflösung der Transmissionsmessung umso genauer ist, je geringer der Abstand zwischen zwei benachbarten Photodetektoren 28 ist, d.h. je mehr Photodetektoren 28 verwendet werden.

20

Damit die Photodetektoren 28 nicht den Strahlengang des aus der Laserabtastvorrichtung austretenden Lichtstrahls 12 behindern, sind diese unterhalb der Frontscheibe 20 angeordnet. Selbstverständlich können sie aber ebenso gut oberhalb der Frontscheibe 20 angeordnet sein.

25

Über eine Leitung 30 ist jeder Photodetektor 28 mit der Auswerteeinheit 14 verbunden. Über diese Leitung 30 wird ein der gemessenen Intensität des Teilstrahls 24 entsprechendes Signal an die Auswerteeinheit 14 über-

mittelt, um in dieser weiterverarbeitet zu werden. Die Auswerteeinheit 14 löst ein entsprechendes Warnsignal aus, sobald die Verschmutzung der Frontscheibe 20 zumindest bereichsweise einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet.

5

In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastrvorrichtung dargestellt, die sich von der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform darin unterscheidet, dass zusätzlich eine Referenzzielmessung vorgesehen ist. Die Referenzzielmessung dient insbesondere einer Überprüfung der Funktion der Sende-/Empfangseinheit 10, d.h. des Impulslasers und des Photodetektors der Sende-/Empfangseinheit 10.

Für die Referenzzielmessung wird aus dem von dem Impulslaser der Sende-/Empfangseinheit 10 ausgesandten Lichtstrahl 12 ein Referenzstrahl 32 abgezweigt. Zu diesem Zweck ist die Lichtablenkeinheit 16 als ein für das Laserlicht halbdurchlässiger Planspiegel ausgebildet, d.h. ein kleiner Intensitäts- oder Strahlquerschnittsanteil des von dem Impulslaser der Sende-/Empfangseinheit 10 ausgesandten Lichtstrahls 12 wird als Referenzstrahl 32 durch die Ablenkeinheit 16 transmittiert und nicht in Richtung der Frontscheibe 20 umgelenkt.

Der abgezweigte Referenzstrahl 32 wird stattdessen vorzugsweise schräg zur Rotationsachse 18 auf ein Referenzziel 34 gelenkt, das unterhalb der Ablenkeinheit 16 und zur Rotationsachse 18 beabstandet angeordnet ist, und wird von diesem reflektiert. Die reflektierten Referenzstrahlen 36 treten von unten wieder durch die Ablenkeinheit 16 hindurch und treffen auf die Sende-/Empfangseinheit 10, in der sie von dem Photodetektor der

Sende-/Empfangseinheit 10 detektiert werden. Sobald von dem Photodetektor der Sende-/Empfangseinheit 10 unerwarteterweise kein reflektierter Referenzstrahl 36 detektiert wird, bedeutet dies, dass der Impulslaser und/oder der Photodetektor der Sende-/Empfangseinheit 10 defekt ist

5 bzw. sind oder der Lichtweg des reflektierten Referenzstrahls 36 auf sonstige Weise gestört ist, beispielsweise durch einen Defekt der Lichttablenkeinheit 16.

Bei einer Rotation der Ablenkeinheit 16 beschreibt der abgezwigte Referenzstrahl 32 in einer zur Rotationsachse senkrechten Ebene eine Kreisbahn. Weist das Referenzziel 34 eine kreis- oder ringförmige Gestalt auf, in der die Kreisbahn des Referenzstrahls 32 verläuft, so ist eine quasi kontinuierliche Referenzzielmessung möglich, da von jedem ausgesandten Lichtimpuls 12 ein Referenzlichtimpuls 32 abgezwigt und im Normalfall

10 von dem Referenzziel 34 an den Photodetektor der Sende-/Empfangseinheit 10 zurückreflektiert wird.

Zur Reduzierung von in der Auswerteeinheit 14 auszuwertenden Datenmengen ist es aber auch möglich, die Referenzzielmessung auf einen vorbestimmten Rotationswinkelbereich der Ablenkeinheit 16 zu beschränken. Bei einer Referenzzielmessung, die auf einen kleinen Winkelbereich beschränkt ist, ist auch ein Referenzziel mit einer kleinen Fläche ausreichend. Der ausgewählte Winkelbereich kann durch eine nicht gezeigte Freischaltanordnung definiert werden, die den abgezwigten Referenzstrahl 32 nur für bestimmte Winkelpositionen der Lichttablenkeinheit 16 in Richtung des Referenzziels 34 freigibt. Der durch die Ablenkeinheit 16 abgezwigte Referenzstrahl 32 kann beispielsweise durch eine sich mit der Ablenkeinheit 16 mitdrehende optische Anordnung derart abgelenkt wer-

20

25



den, dass das Referenzziel 34 nur bei bestimmten Winkelpositionen getroffen wird. Alternativ dazu können auch mit der Lichttablenkeinheit 16 synchronisierte Verschlüsse (Shutter) verwendet werden, welche beispielsweise über Polarisationsfilter oder über zueinander drehbare Gitter-  
 5 /Blendenstrukturen realisiert werden.

Die in Fig. 4 dargestellte dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserabtastvorrichtung entspricht der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform, wobei der von dem ausgesandten Lichtstrahl 12 abgezweigte  
 10 Teilstrahl 24 nicht nur zur Messung der Frontscheibentransmission sondern gleichzeitig auch zur Referenzzielmessung verwendet wird.

Zu diesem Zweck trifft der von dem Lichtstrahl 12 abgezweigte und durch die Frontscheibe 20 transmittierte Teilstrahl 24 nicht auf einen Photodetektor 28, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, sondern auf ein Reflektorelement  
 15 38, das auf der von der Lichttablenkeinheit 16 abgewandten Außenseite 42 der Frontscheibe 20, d.h. außerhalb der Laserabtastvorrichtung, angeordnet ist. Außerdem ist das Reflektorelement 38, wie in Fig. 4 gezeigt ist, unterhalb der Frontscheibe 20 angeordnet, um die Ausbreitung des ausgesandten Lichtstrahls 12 in den zu überwachenden Raum nicht zu be-  
 20 hindern. Selbstverständlich kann das Reflektorelement 38 ebenso gut oberhalb der Frontscheibe 20 angeordnet sein.

Der von dem Lichtstrahl 12 abgezweigte Teilstrahl 24 wird von dem Reflektorelement 38 reflektiert und tritt als reflektierter Teilstrahl 40 aber-  
 25 mals in die Frontscheibe 20 ein. Von der Frontscheibe 20 transmittiert und von dem optischen Element 22 umgelenkt verläuft der reflektierte Teilstrahl 40 parallel zum horizontalen Abschnitt des ausgesandten Licht-

strahls 12, bis er auf die Lichtblendenkeineinheit 16 trifft, von der er in Richtung der Sende-/Empfangseinheit 10 umgelenkt wird. Der reflektierte Teilstrahl 40 wird von dem Photodetektor der Sende-/Empfangseinheit 10 detektiert und analysiert, wobei einerseits festgestellt wird, ob überhaupt  
 5 ein reflektierter Teilstrahl 40 auf den Detektor auftrifft (Referenzzielmessung), und andererseits die Intensität des reflektierten Teilstrahls 40 bestimmt wird (Messung der Frontscheibentransmission).

10 Durch das einmalige Abzweigen eines Teilstrahls 24 von dem ausgesandten Lichtstrahl 12 lassen sich neben der Abstandsmessung folglich zwei zusätzliche Messungen gleichzeitig durchführen, nämlich die Überprüfung der Funktion der Sende-/Empfangseinheit 10 einerseits und die Messung der Frontscheibentransmission andererseits.

15 Dadurch, dass der abgezwigte Teilstrahl 24 zweimal durch die Frontscheibe 20 transmittiert wird, einmal als Teilstrahl 24 und das zweite Mal als reflektierter Teilstrahl 40, wird der Teilstrahl 24, 40 durch gegebenenfalls an der Frontscheibe 20 angelagerte Verschmutzungen zweimal abgeschwächt, d.h. seine Intensität wird doppelt so stark reduziert, als wenn  
 20 er die Frontscheibe 20 nur ein einziges Mal durchlaufen würde. Dadurch wird die Empfindlichkeit der Messung der Frontscheibentransmission wesentlich erhöht, d.h. es können auch solche Verschmutzungen der Frontscheibe 20 detektiert werden, die bei einem einmaligen Durchgang des Teilstrahls 24 durch die Frontscheibe 20 gerade nicht erkannt worden  
 25 wären.

Vorzugsweise ist das reflektierende Element 38 retroreflektierend ausgebildet, d.h. der abgezwigte Teilstrahl 24 wird als reflektierter Teilstrahl 40

weitgehend in die Richtung der anleuchtenden Lichtquelle zurück reflektiert, wobei dies nahezu unabhängig davon geschieht, unter welchem Winkel der abgezwigte Teilstrahl 24 auf das Reflektorelement 38 auftrifft. Das Reflektorelement 38 kann beispielsweise durch eine retroreflektierende Folie gebildet sein.

Um eine möglichst flächendeckende Überwachung der Transmission der Frontscheibe 20 zu ermöglichen, kann sich das reflektierende Element 38 durchgehend entlang der von der Ablenkeinheit 16 wegweisenden Außenseite 42 der Frontscheibe 20 erstrecken. Das reflektierende Element 38 kann aber auch in zueinander beabstandeten Abschnitten entlang der Außenseite 42 der Frontscheibe 20 verlaufen.

Bei einer nicht gezeigten Abwandlung der dargestellten Ausführungsformen kann die Frontscheibe 20 auch derart winkelig ausgebildet sein, dass der abgezwigte Teilstrahl 24 die Frontscheibe 20 zwei- oder mehrmals durchläuft, bevor er auf den Photodetektor 28 bzw. das Reflektorelement 38 trifft. In diesem Fall können der Photodetektor 28 bzw. das Reflektorelement 38 und die Lichtablenkeinheit 16 auf der gleichen Seite der Frontscheibe 20 gelegen sein, d.h. also im Inneren der Laserabtastvorrichtung, so dass auch der Photodetektor 28 bzw. das Reflektorelement 38 vor äußeren Einflüssen und insbesondere vor Verschmutzung geschützt sind. Um den zweiten oder jeden nachfolgenden Eintritt des Teilstrahls 24 in die Frontscheibe 20 zu optimieren, kann die Frontscheibe zumindest bereichsweise mit einer reflektionsmindernden Oberfläche versehen sein.

Bezugszeichenliste

	10	Sende-/Empfangseinheit
	12	Lichtstrahl
5	14	Auswerteeinheit
	16	Lichttablenkeinheit
	18	Rotationsachse
	20	Frontscheibe
	22	optisches Element
10	24	Teilstrahl
	26	Innenseite
	28	Photodetektor
	30	Leitung
	32	Referenzstrahl
15	34	Referenzziel
	36	reflektierter Referenzstrahl
	38	Reflektorelement
	40	reflektierter Teilstrahl
	42	Außenseite

**Ansprüche**

5

1. Laserabtastvorrichtung, insbesondere zur Abstandsermittlung,  
mit einer Sendeeinheit (10), die einen Impulslaser zum Aus-  
senden eines Lichtstrahls in einen zu überwachenden Bereich auf-  
weist,  
mit einer Lichtablenkeinheit (16), um den von dem Impulslaser ausgesandten Lichtstrahl (12) in den zu überwachenden Bereich zu lenken,  
mit einer Empfangseinheit (10) zum Empfangen von Lichtimpulsen, die von einem im zu überwachenden Bereich befindlichen Gegenstand reflektiert werden, und  
mit einer für den Lichtstrahl (12) durchlässigen Frontscheibe (20), welche die Sende-, Empfangs- und Lichtablenkeinheit (10, 16) von der Umgebung der Laserabtastvorrichtung trennt,  
wobei zumindest ein einen Teilstrahl (24) von dem ausgesandten Lichtstrahl abzweigendes und den Teilstrahl (24) für eine Messung der Transmission der Frontscheibe (20) zu einem Photodetektor (10, 28) lenkendes optisches Element (22) vorgesehen ist.
2. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das optische Element (22) mit der Frontscheibe (20) gekoppelt ist.

3. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das optische Element (22) ein separates, an der Frontscheibe  
(20), insbesondere an deren Innenseite (26) befestigbares Bauteil ist.
- 5
4. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das optische Element (22) in die Frontscheibe (20) integriert  
ist.
- 10
5. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das optische Element (22) ein diffraktiv optisches Element (20)  
ist.
- 15
6. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das optische Element (22) ein optisches Gitter (20) ist.
- 20
7. Laserabtastvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der zumindest eine Photodetektor (28) zur Messung der Inten-  
sität des empfangenen Teilstrahls (24) auf der von der Lichtablenk-  
einheit (16) entgegengesetzten Seite der Frontscheibe (20) gelegen  
ist.
- 25
8. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der zumindest eine Photodetektor (28) zur Messung der Inten-  
sität des empfangenen Teilstrahls (24) und die Lichtablenkeinheit
- 30

(16) auf der gleichen Seite der Frontscheibe (20) gelegen sind, wobei die Frontscheibe (20) derart ausgebildet ist, dass der Teilstrahl (24) die Frontscheibe (20) wenigstens zweimal durchquert.

- 5 9. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Photodetektor (28) oberhalb oder unterhalb der Front-  
scheibe (20) gelegen ist.

- 10 10. Laserabtastvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass zumindest ein Reflektorelement (38) auf der von der Lichtab-  
lenkeinheit (16) entgegengesetzten Seite der Frontscheibe (20) ge-  
legen ist.

15

11. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass zumindest ein Reflektorelement (38) und die Lichtablenkeinheit  
(16) auf der gleichen Seite der Frontscheibe (20) gelegen sind, wobei  
20 die Frontscheibe (20) derart ausgebildet ist, dass der Teilstrahl (24)  
die Frontscheibe (20) wenigstens zweimal durchquert.

12. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
25 dass durch das Reflektorelement (38) zumindest ein Teil (40) des  
Teilstrahls (24) über das optische Element (22) und die Lichtablen-  
keinheit (16) in die Empfangseinheit (10) reflektierbar ist.

13. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Reflektorelement (38) als Referenzziel ausgebildet ist.

5 14. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Reflektorelement (38) oberhalb oder unterhalb der Frontscheibe (20) gelegen ist.

10 15. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Reflektorelement (38) durch eine retroreflektierende Folie gebildet ist.

15 16. Laserabtastvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Lichtablenkeinheit (16) derart ausgebildet ist, dass ein Referenzstrahl (32) von dem ausgesandten Lichtstrahl (12) abzweigbar und in Richtung eines Referenzziels (34) lenkbar ist.

20 17. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Referenzstrahl (32) durch die Lichtablenkeinheit (16) transmittierbar ist.

25 18. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Referenzziel (34) derart reflektierend und die Lichtablenkeinheit (16) derart lichtdurchlässig ausgebildet ist, dass der Re-



renzstrahl nach Reflexion am Referenzziel (34) über die Lichtablenkeinheit (16) in die Empfangseinheit (10) einkoppelbar ist.

5 19. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Referenzziel (34) durch eine retroreflektierende Folie gebildet ist.

10 20. Laserabtastvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Lichtablenkeinheit (16) einen, insbesondere halbdurchlässigen, Planspiegel umfasst.

15 21. Laserabtastvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Lichtablenkeinheit (16) um eine, insbesondere vertikale, Achse rotierbar ist, um mit dem ausgesandten Lichtstrahl (12), insbesondere in einer horizontalen Ebene, einen Winkelbereich von 360° zu überwachen.

20 22. Laserabtastvorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Referenzstrahl (32) durch eine Freischaltanordnung derart steuerbar ist, dass er nur in vorbestimmten Winkelpositionen der  
25 Lichtablenkeinheit (16) auf das Referenzziel (34) trifft.

30 23. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Freischaltanordnung eine sich mit der Lichtablenkeinheit (16) drehende optische Anordnung ist.

24. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 22 oder 23,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Freischaltanordnung eine feststehende und insbesondere  
mit der Lichtablenkeinheit (16) synchronisierte Blenden- und/oder  
Verschlussanordnung ist.

25. Laserabtastvorrichtung nach Anspruch 24,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Verschlussanordnung durch Polarisationsfilter oder durch  
zueinander drehbare Gitter-/Blendenstrukturen gebildet ist.

26. Verfahren zum Überwachen einer Frontscheibe (20) einer Laserab-  
tastvorrichtung, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprü-  
che, bei dem durch ein, insbesondere mit einer Frontscheibe (20)  
gekoppeltes, optisches Element (22) ein Teilstrahl (24) von einem  
durch eine, insbesondere einen Impulslaser aufweisende, Sendeein-  
heit (10) ausgesandten Lichtstrahl (12) abgezweigt und durch die  
Frontscheibe (20) gelenkt wird, um die Transmission der Front-  
scheibe (20) zu bestimmen.

27. Verfahren nach Anspruch 26,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Intensität des durch die Frontscheibe (20) transmittierten  
Teilstrahls (24) mittels zumindest eines Photodetektors (28) gemes-  
sen wird.

28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass zumindest ein Teil (40) des durch die Frontscheibe (20) trans-

mittierten Teilstrahls (24) mittels eines Reflektorelements (38) durch die Frontscheibe (20) und das optische Element (22) auf eine Empfangseinheit (10) zurückgeworfen wird, in der die Intensität des reflektierten Teilstrahls (40) gemessen wird.

5

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Lichtablenkeinheit (16) ein Referenzstrahl (32) von dem ausgesandten Lichtstrahl (12) abgezweigt und auf ein Referenzziel (34) gelenkt wird, das den Referenzstrahl (32) zumindest teilweise reflektiert, wobei die Lichtablenkeinheit (16) den reflektierten Referenzstrahl (36) in Richtung einer Empfangseinheit (10) umlenkt, in der die Intensität des reflektierten Referenzstrahls (36) ermittelt wird.

15

**Zusammenfassung**

5

Die Erfindung betrifft eine Laserabtastvorrichtung, insbesondere zur Abstandsermittlung, mit einer Sendeeinheit, die einen Impulslaser zum Aussenden eines Lichtstrahls in einen zu überwachenden Bereich aufweist, mit einer Lichttablenkeinheit, um den von dem Impulslaser ausgesandten Lichtstrahl in den zu überwachenden Bereich zu lenken, mit einer Empfangseinheit zum Empfangen von Lichtimpulsen, die von einem im zu überwachenden Bereich befindlichen Gegenstand reflektiert werden, und mit einer für den Lichtstrahl durchlässigen Frontscheibe, welche die Sende-, Empfangs- und Lichttablenkeinheit von der Umgebung der Laserabtastvorrichtung trennt, wobei zumindest ein Teilstrahl von dem ausgesandten Lichtstrahl abzweigendes und den Teilstrahl für eine Messung der Transmission der Frontscheibe zu einem Photodetektor lenkendes optisches Element vorgesehen ist.

10

15

Fig. 1

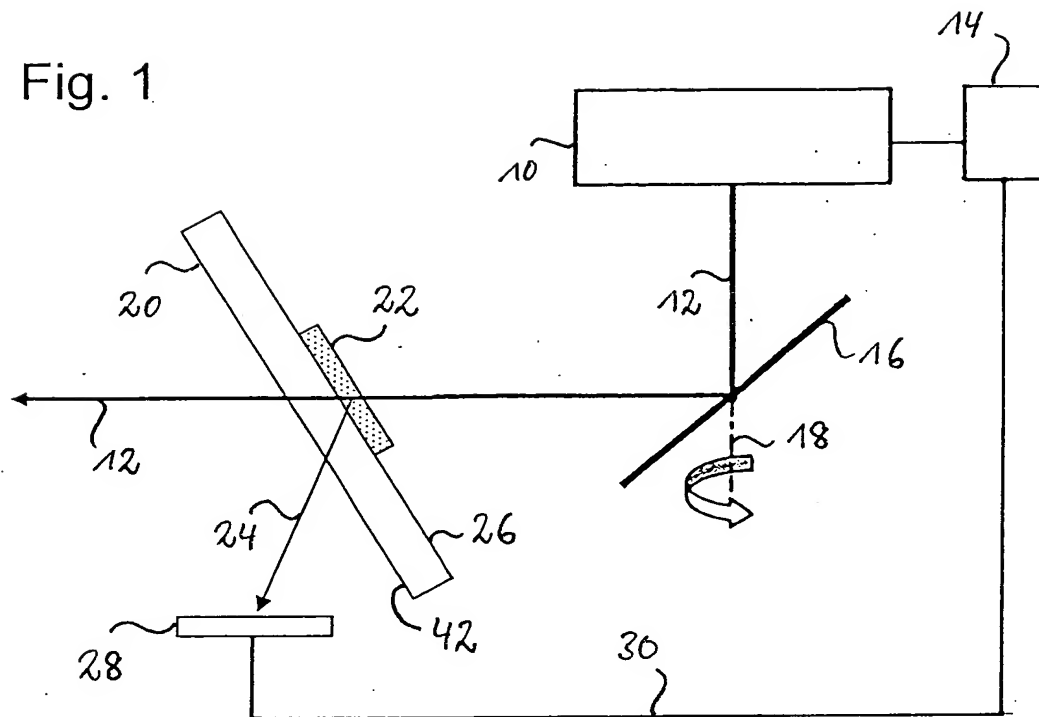


Fig. 2

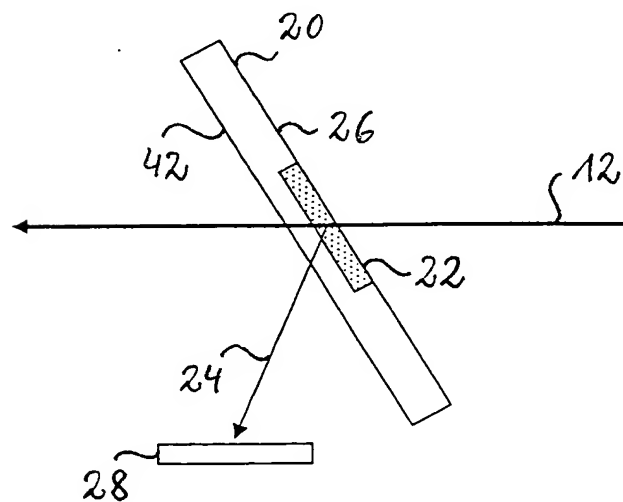


Fig. 3

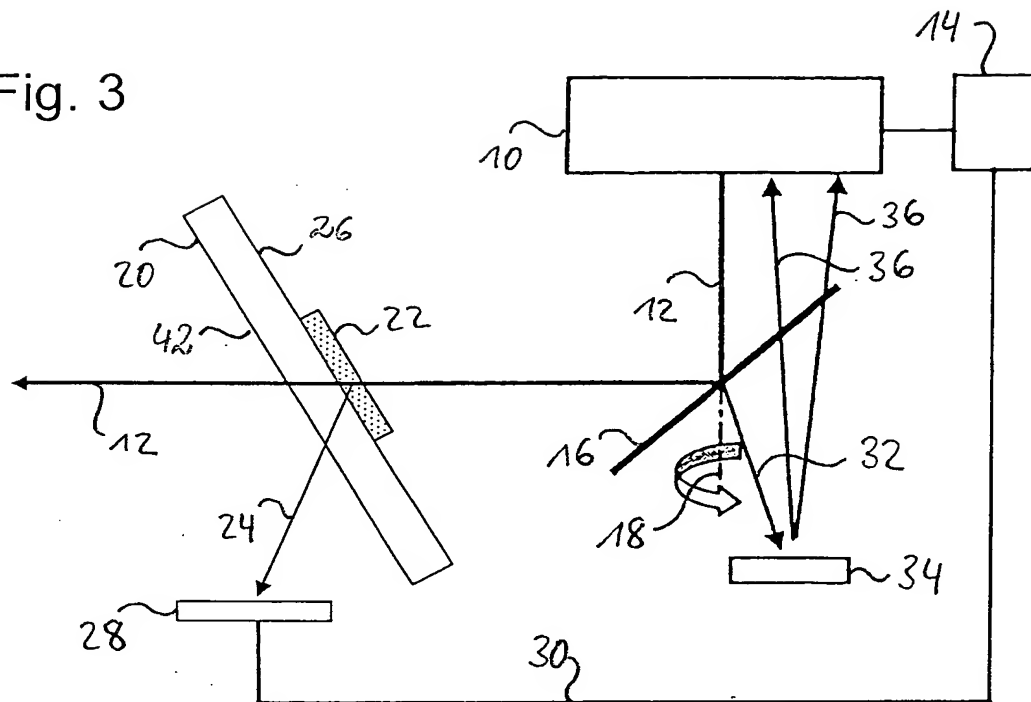


Fig. 4

